

## 스피넬 페라이트 복합체의 전파반사 및 흡수특성 Microwave Reflecting and Absorbing Properties of Spinel Ferrite Composites

충북 대학교 김영식\*, 김성수  
오성전자 이한만

### 1. 서론

최근 전자, 통신산업의 비약적인 발전에 따라 전자소자 및 회로간의 전자파 간섭 (Electromagnetic Interference)이 커다란 문제점으로 대두되면서 전자파 장애에 대한 효과적인 대책수단으로 각종 차폐/흡수재에 대한 중요성 및 필요성이 크게 부각되고 있다. 이러한 수단으로 노이즈 발생원에 대한 억제대책과 피방해측에 대한 방지대책의 양방을 고려할 수 있지만 전자가 기본이다. 실제로 노이즈발생원의 내측과 외측을 차폐하는 경우 재료의 불균일성, 형태, 기기의 치수, 리벳등에서의 고정이음매, 개스킷, 핑거등의 요소가 차폐효과에 큰 영향을 미친다. 이러한 부분의 대처방안으로 유연성있는 재료가 요구된다. 또한 전도성재료는 근접장에서 저주파 자계파의 누설방지에 무력하므로 거의 차폐효과를 기대할 수 없으므로 저주파근접장계에는 틈이 없는 고투자율재료를 사용하여야 한다.

본 연구에서는 이러한 요구에 부응하여 고주파대역에서 흡수능이 우수할것으로 예상되는 Ni-Zn계, Mn-Zn계, Mn-Mg-Zn계 페라이트를 선정하여 복합페라이트의 전파반사특성 및 흡수특성을 조사하였다.

### 2. 실험방법

원료분말 (NiO, ZnO, Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, MgO,  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)로 부터 통상적인 세라믹 가공방법에 의해 합성 페라이트를 제조하였다. Ball-mill에서 10시간 정도 분쇄하여 약 2  $\mu$ m 정도의 미분말을 제조한 다음, 실리콘 고무와 혼합하여 복합페라이트를 제조하였다. 이때 페라이트 분율은 약 90w% 이었다.

복합페라이트 판재로 부터 편칭 방법에 의해 내경 3 mm, 외경 7 mm, 두께 2 mm인 동축형 시편을 가공하였다. 복합페라이트 자성체의 전파흡수능을 예측하기 위해서는 재질고유의 복소투자율 및 복소유전율을 측정하여야 하므로 HP (Hewlett & Packard)사의 8720B network analyzer장비를 사용하여 반사/투과법에 의해 재료정수를 측정하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

Ni-Zn계, Mn-Zn계, Mn-Mg-Zn계의 복소투자율( $\mu_r' - j\mu_r''$ )은 세 시편 모두 전형적인 페라이트 자성체의 고주파 자기적 특성을 보이며 공명 주파수는 세 시편 모두 약 1 GHz임을 알 수 있다. 그러나 복소유전율 ( $\epsilon_r' - j\epsilon_r''$ )은 Ni-Zn계의 경우와 Mn-Mg-Zn계의 경우와 비교하여 특히 Mn-Zn계가 유전상수 ( $\epsilon_r' \approx 30$ ) 및 유전손실 ( $\epsilon_r'' \approx 5$ )이 모두 큰 크게 나타났다. Mn-Zn계의 경우 이처럼 유전상수 및 유전손실이 큰 결과는 높은 전기전도도에 기인하는 것으로 해석된다. 반사손실은 Ni-Zn계의 경우 두께에 따라 약간의 차이를 보이지만 전 주파수 대역에서 -5 db 이하의 낮은 값을 보이고, 특히 1 GHz 미만의 저주파 대역에서 극히 낮은 반사손실치를 갖는다. 반면 Mn-Zn계의 경우, 1 GHz 이하의 저주파에서도 Ni-Zn계에 비해 높은 전파반사특성

을 보인다. 그리고 두께에 따라서도 반사손실은 큰 변화를 보이지 않는다. Mn-Mg-Zn계의 경우, 전파반사특성은 Ni-Zn계와 비슷하며 표면에서의 전파반사율은 그다지 높지 않다. Mn-Zn계 페라이트 복합재에서 전파반사율이 높은 결과는 투자율에 비해 높은 유전상수에 기인한다. 따라서 임피던스 부정합에 의해 표면에서의 전파반사량은 커지게 된다. 반면 Ni-Zn계나 Mn-Mg-Zn계의 경우  $\epsilon_r$ 은 7-9 정도의 값을 가져 저주파로 갈수록  $\mu_r$ 과 큰 차이가 없다.

흡수손실 특성은 Ni-Zn계의 경우, 전반적으로 낮고 10 dB/cm 이상의 흡수손실을 나타내는 주파수 대역은 불과 3-8 GHz 범위 밖에 되지 않는다. 반면 Mn-Zn계 페라이트 복합재는 전 구간에서 10 dB/cm 이상의 흡수손실을 보이고 있고, 6-12 GHz 주파수 범위에서는 40 dB/cm 정도의 우수한 흡수특성을 보인다. Mn-Mg-Zn계 페라이트 복합재의 경우에는 흡수손실 특성은 Ni-Zn계와 비슷하다. 그 주된 원인은 자기손실계수가 크고 아울러 유전상수 및 유전손실계수가 크기 때문으로 사료된다.

#### 4. 결론

반사손실 및 흡수손실 이론에 의거하여 Ni-Zn계, Mn-Zn계, Mn-Mg-Zn계 페라이트 복합재의 전파흡수능을 분석한 결과 GHz 이상의 대역에서 Mn-Zn계 페라이트는 가장 좋은 차폐특성(반사손실 및 흡수손실)을 나타냈다. 또한상기 주파수 대역에서 -5 dB 이상의 반사손실과 20 dB/cm 이상의 흡수손실을 보여 가전기기, 또는 통신용 부품의 전파흡수재로 사용 적합할 것으로 예상된다.